屋上緑化の多面的役割 ー飛来種子の捕捉による都市の生物多様性の向上ー

古野正章¹⁾・横山晴菜²⁾・早坂大亮³⁾・内田泰三^{*1)}

- 1) 九州産業大学大学院工学研究科
2) 九州産業大学建築都市工学部 (現: 日特建設株式会社)
3) 近畿大学農学部

摘要: 都市部を中心に、ヒートアイランド現象の緩和、低炭素化、雨水の流出抑制、鳥類・昆虫類の生息地など多面的な役割への期待から屋上緑化の整備が進んできた。他方、屋上緑化が整備された空間では、外部からの飛来種子による植物の侵入・定着を確認することができる。本研究では、SAKURA MACHI Kumamoto に整備された屋上緑化に侵入・定着する植物の現状を調査した。その結果、多種多様な植物が侵入・定着し、これらの多くが在来種であることが明らかとなった。すなわち、屋上緑化はこれまでに期待されている役割に加え、外部からの飛来種子を捕捉することで植物が侵入・定着する空間となり、都市の生物多様性を向上させると考えられる。

キーワード: 都市, 屋上緑化, 飛来種子, 生物多様性

写真-1 SAKURA MACHI Kumamoto における屋上緑化

1. はじめに

グリーンインフラへの注目の高まりから、近年では都市部を中心に屋上緑化の整備が進んでいる^{4,7)}。屋上緑化は、ヒートアイランド現象の緩和⁷⁾、低炭素化⁷⁾、雨水の流出抑制⁵⁾、都市景観の形成や改善⁷⁾、市民の休憩の場の形成⁷⁾、鳥類¹¹⁾や昆虫類¹⁴⁾の生息地といった多面的な役割が期待されている。

一方、道路間隙や街路樹の植樹帯に侵入・定着する植物は一般的に雑草として認識され除草されてきたが^{5,6)}、近年ではこれらの植物を都市生態系の一部と評価することで、都市の生物多様性を向上させるとの考えもある。例えば、Uchida ら (2014) は福岡市における国道の道路間隙において¹⁵⁾、古野ら (2014) や Furuno ら (2014) は福岡市の街路樹の植樹帯において調査を行い^{2,3)}、これらの空間が都市の生物多様性に大きく貢献している可能性を示唆している。

屋上緑化が整備された空間でもよく、外部からの飛来種子による植物の侵入・定着が確認される。このことは、屋上緑化は本来期待されている役割に加え、都市の生物多様性を向上させる可能性も示唆する。例えば、福岡市の公民複合施設の1つであるアクロス福岡の屋上緑化では、維持管理の過程

で生じる植栽種の植替えや補植に加え、外部から植物が侵入・定着することで樹木が増えていることも報告されている¹⁾。

本研究では、熊本市の複合商業施設 (SAKURA MACHI Kumamoto) に整備された屋上緑化を対象に、植栽種 (緑化種) の現状と外部から侵入・定着してきた植物種の現状を報告する。

2. 方法

2.1 調査地概要

研究対象の SAKURA MACHI Kumamoto は 2019 年に熊本市に開業したパスターミナルやホテルなどを併設する延床面積約 164,100 m² の複合商業施設であり、周辺には熊本城や北岡自然公園といった都市緑地が立地している。当該施設は階段状の構造となっており、2~5 階のテラスおよび 6~7 階 (屋上) には総計約 6,200 m² の屋上緑化が整備され、市民に開放されている (表-1, 写真-1)。ここでは、自動灌水設備による適宜灌水、定期的な剪定や除草が行われている。

6~7 階の屋上はルーフトップパークと桜町庭園に分かれており、本報ではルーフトップパークにおいて調査を行った。

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒813-8503 福岡県福岡市東区松香台 2-3-1 E-mail : uchida@ip.kyusan-u.ac.jp

2.2 調査方法

2.2.1 植栽種

調査はルーフトップパークが整備され約 1 年が経過した 2020 年 11 月下旬～12 月上旬に行った。ルーフトップパークを 17 の区画に分割し、植栽種各種の配置と高さを記録した（図-1）。また、2 m 以上の木本類については胸高直径を計測した。なお、同一種がまとまって植栽されている場合は 1 株として記録した。一方、我が国の屋上緑化をいくつか抽出し、SAKURA MACHI Kumamoto との比較も行った。

2.2.2 外部から侵入・定着する植物

調査は植栽種の調査にあわせて、2020 年 12 月上旬に行った。調査地内で見られる植栽種以外の植物を侵入・定着したものとし、これらのうち高さ 10 cm 以上の個体を対象に同定ならびに高さの記録を行った。

3. 結果

3.1 植栽種

木本類 36 科 90 種（不明 2 種を除く）、草本類 8 科 19 種（不明 3 種を除く）の植栽を確認した。木本類ではウエストリンギアおよびウエストリンギアファイブスターの植栽が最も多く（各 72 株）、次いでフジザクラ（30 株）、ギルドエッジ（22 株）の順であった（表-2）。草本類ではカレックスエバーリロの植栽が最も多く（39 株）、次いでミューレンベルギア（38 株）、パイナップルセージ（36 株）の順であった（表-2）。樹高は高いもので 6.5 m（ヨウコウザクラ）、その胸高直径は 9.1 cm だった（表-2）。

3.2 外部から侵入・定着する植物

25 科 50 種（不明 7 種を除く）の侵入・定着が確認でき、そのうち 38 種（76 %）が在来種であった（表-3）。50 種のうちキク科が 12 種で最も多く、イネ科の 7 種、カヤツリグサ科・バラ科の各 3 種が続いた（表-3）。これらの植物は草本類の 43 種だけでなく、木本類も 7 種確認できた（表-3）。侵入・定着した植物のうち草丈は高いもので 71.7 cm（アメリカイヌホオズキ）に達した（表-3）。また、個体数に関してはオッタチカタバミが最多で 35 個体が確認された（表-3）。

図-1 調査地（ルーフトップパーク）の緑化状況および植栽状況

4. まとめ

本研究では SAKURA MACHI Kumamoto の屋上緑化（約 6,200 m²）のうちルーフトップパークで調査を行い、合計 109 種の植栽種を確認した。しかし、確認できた植栽種は当該施設の屋上緑化全体の 3 割程度の範囲に植栽されたものにすぎず、他地域の屋上緑化と比較すると（表-1）、SAKURA MACHI Kumamoto が緑化面積および植栽種数ともに国内有数の規模を誇ることが分かる。

他方、ルーフトップパークでは多種多様な植物が侵入・定着しており、これらの多くが在来種であった。すなわち、屋上緑化はヒートアイランド現象の緩和などの本来期待される役割に加え、外部からの植物が侵入・定着する空間となり、都市の生物多様性を向上させると考えられる。しかし、確認された侵入・定着する植物の中にセイタカアワダチソウなどの重点対策外来種が 2 種、ヒメジオンなどのその他総合対策外来種が 3 種含まれたため、これらを選択的に除草するなどの対策を講じることで、都市の生物多様性をより向上できると考える。

本研究で確認された侵入・定着する植物には、栽培土などに混入した埋土種子由来のものも含まれる可能性も考えられる。今後は、埋土種子の混入状況、周辺環境や維持管理と侵入・定着する植物との関係を明らかにすることで、屋上緑化が持つ都市の生物多様性における役割をより向上させるための有用な知見の 1 つとなるだろう。

謝辞：本研究を行うに当たり、SAKURA MACHI Kumamoto

表-1 我が国における屋上緑化の一例^{1,9,10,12,13)}

施設名	所在地	緑化面積(m ²) [†]	植栽種数
SAKURA MACHI Kumamoto	熊本市	6,200	109 [†]
アークヒルズ	東京都港区	8,780	-
目黒空中庭園	東京都目黒区	7,000	30
虎ノ門ヒルズ	東京都港区	6,000	-
アクロス福岡	福岡市	5,400	120
なんばパークス	大阪市	5,300	300
GINZA SIX	東京都中央区	4,000	-
東京スクエアガーデン	東京都中央区	3,473	140

† 概算値 ※ ルーフトップパークのみ

植栽種一覧

1. パイナップルセージ	19. アカマツ	36. ソヨゴ
2. フェイジョア	20. ケイオウザクラ	37. フジザクラ
3. ロシアンオリーブ	21. ツリージャーマンダー	38. サングモミジ
4. アカマツ	22. フジザクラ	39. フジザクラ
5. フジザクラ	23. フィリヤマボウシ	40. ツリージャーマンダー
6. セイヨウギョリュウ	24. パイナップルセージ	41. シルバープリベット
7. シダレザクラ	25. ユキヤナギ	42. ロドレイア
8. フジザクラ	26. トキワマンサク	43. サクラ類
9. ユキヤナギ	27. シルバープリベット	44. ユキヤナギ
10. サングモミジ	28. レモンアンドライム	45. トキワマンサククロビ
11. アカマツ	29. ゴンフォステイグマ	46. サルビア
12. トキワマンサク	30. ゴンフォステイグマ	47. ノムラモミジ
13. フジザクラ	31. サルビア	48. サングモミジ
14. サルスベリ	32. ツリージャーマンダー	49. コクチナン
15. フジザクラ	33. パイナップルセージ	50. フェイジョア
16. サングモミジ	34. ソヨゴ	51. サルスベリ
17. トキワマンサク	35. パイナップルセージ	52. ロシアンセージ

※植栽状況については区画3を例として掲載する

表-2 植栽種一覧

種名	科	株数	樹高・草丈(m)	胸高直径(cm) [†]	ブングレストウヒグロボーサ	マツ科	2	0.7±0.1	-
木本類					ヤツブサスギ	スギ科	2	0.3±0.0	-
ウエストリンギア	シソ科	72	1.0±0.3	-	ヤマツツジ	ツツジ科	2	0.4±0.2	-
ウエストリンギアファイブスター	シソ科	72	0.6±0.2	-	アズキナシ	バラ科	1	5.4	5.7
フジザクラ	バラ科	30	1.6±0.3	-	イチゴノキ	ツツジ科	1	2.8	3.8
ギルドエッジ	グミ科	22	0.9±0.2	-	イヌシデ	カバノキ科	1	6.2	9.1
チクシヤクナゲ	ツツジ科	20	1.3±0.3	-	ウラジロノキ	バラ科	1	4.5	5.4
ヤエヤマブキ	バラ科	20	1.0±0.2	-	エクスパンサオーレアスバリエガータ	ヒノキ科	1	0.6	-
シルバープリベットレモンアンドライム	モクセイ科	19	1.1±0.2	-	エリカ	ツツジ科	1	1.0	-
ロドレイア	マンサク科	19	4.2±0.4	5.0±1.3	オリーブ	モクセイ科	1	1.9	-
トキワマンサククロビジン	マンサク科	15	1.2±0.2	-	カルミア	ツツジ科	1	2.1	4.1
ゴンフォステイグマ	ゴマノハグサ科	14	0.8±0.3	-	カワズサクラ	バラ科	1	4.2	10.2
ツツジ	ツツジ科	14	0.8±0.3	-	キンカン	ミカン科	1	1.7	-
コロキアワイヤースター	ミズキ科	13	0.9±0.3	-	クヌギ	ブナ科	1	4.4	4.5
ウメ類	バラ科	11	4.8±0.6	11.3±3.7	コウメ	バラ科	1	4.1	13.7
サンゴモミジ	カエデ科	11	4.1±0.6	5.3±2.1	コクチナシ	アカネ科	1	0.5	-
ノムラモミジ	カエデ科	11	4.5±1.0	6.2±2.3	サクラ類	バラ科	1	1.9	-
グレビレアラニゲラ	ヤマモガシ科	10	0.3±0.1	-	サンゴジュ	ガマズミ科	1	1.9	-
シルバープリベット	モクセイ科	10	1.6±0.7	5.1±0.8	サンシュユ	ミズキ科	1	4.0	5.6
ツリージャーマンダー	シソ科	9	1.0±0.2	-	シデコブシ	モクレン科	1	3.2	4.9
ゴールデンモップ	ヒノキ科	8	0.8±0.2	-	シマグミ	グミ科	1	4.3	7.5
ラインゴールド	ヒノキ科	8	0.5±0.1	-	シモクレン	モクレン科	1	2.7	3.8
アカマツ	マツ科	7	4.6±0.8	8.2±3.0	ダイダイ	ミカン科	1	3.4	5.4
キダチアロエ	ツルボラン科	7	0.5±0.1	-	ハナカイドウ	バラ科	1	3.3	4.5
メトロシデロスポリモルフア	フトモモ科	7	1.4±0.5	4.5±0.0	ブラシノキ	フトモモ科	1	5.3	19.1
ユキヤナギ	バラ科	7	1.1±0.2	-	ベニバナトキワマンサク	マンサク科	1	6.5	8.8
ヒメシャラ	ツバキ科	6	3.3±0.7	4.2±0.6	マサキ	ニシキギ科	1	1.5	-
フェイジョア	フトモモ科	6	2.6±0.3	3.7±0.6	ミモザオーレア	マメ科	1	1.6	-
アオダモ	モクセイ科	5	4.5±0.3	3.2±0.2	メラレウカ	フトモモ科	1	3.9	3.8
サルスベリ	ミソハギ科	5	4.7±0.9	14.9±10.1	ヤマコウバシ	クスノキ科	1	3.5	4.9
ソヨゴ	モチノキ科	5	3.8±0.3	4.5±1.3	ラカンマキ	マキ科	1	1.8	-
タマモクマオウ	モクマオウ科	5	1.4±0.1	-	レンギョウ	モクセイ科	1	2.6	5.1
ドウダンツツジ	ツツジ科	5	2.9±0.2	2.7±0.4	ロシアンオリーブ	グミ科	1	4.5	6.7
ニオイバンマツリ	ナス科	5	1.2±0.3	-	ミカン科の一種	ミカン科	11	1.9±0.1	2.4±0.5
ヒラギモクセイ	モクセイ科	5	1.7±0.2	2.1±0.0	グミ科の一種	グミ科	2	1.2±0.1	-
ビバーナム	スイカズラ科	5	0.8±0.2	-					
ローズマリー	シソ科	5	0.7±0.1	-	草本類				
オウゴンマサキ	ニシキギ科	4	1.5±0.5	3.2±0.0	カレックスエバーリロ	カヤツリグサ科	39	0.4±0.2	-
セイヨウギョリュウ	ギョリュウ科	4	2.0±0.4	0.9±0.4	ミューレンベルギア	イネ科	38	0.7±0.4	-
ビバーナムハリアナム	ガマズミ科	4	0.9±0.1	-	バイナッフルセージ	シソ科	36	0.5±0.2	-
ケイオウザクラ	バラ科	3	5.2±0.6	9.0±1.4	カレックスエベレスト	カヤツリグサ科	18	0.4±0.2	-
シナレンギョウ	モクセイ科	3	1.3±0.2	-	ランタナシダレ	クマツヅラ科	15	0.3±0.1	-
ナナミノキ	モチノキ科	3	4.0±0.7	5.3±0.4	ユーフォルビアブラックバード	トウダイグサ科	13	0.6±0.2	-
ヒメタイサンボク	モクレン科	3	4.4±1.0	8.3±3.3	ロシアンセージ	シソ科	10	0.7±0.2	-
ブルースター	キョウチクトウ科	3	0.4±0.1	-	アガベジェミニフロウラ	キジカクシ科	9	0.8±0.1	-
ヤマガキ	カキノキ科	3	4.2±0.9	6.4±0.0	サルビア	シソ科	8	0.5±0.2	-
ヨウコウザクラ	バラ科	3	6.5±0.4	9.1±0.5	ユーフォルビアシシルバースワン	トウダイグサ科	7	0.6±0.1	-
アカシアオーブンズ	マメ科	2	2.6±0.2	3.0±0.2	アロエストリアツツ	ツルボラン科	6	0.5±0.1	-
イロハモミジ	カエデ科	2	4.1±0.2	7.3±2.2	ユーフォルビアアスコットレインボー	トウダイグサ科	5	0.6±0.1	-
カキノキ	カキノキ科	2	3.6±0.4	6.4±1.0	ロマンダ	キジカクシ科	5	1.3±0.1	-
クリ	ブナ科	2	4.6±0.6	9.1±1.4	アズレア	シソ科	3	0.5±0.1	-
コトネアスターグラウコフィラス	バラ科	2	0.6±0.1	-	パンパスグラス	イネ科	3	1.2±0.1	-
シダレザクラ	バラ科	2	5.8±0.8	9.8±1.4	ベニセタムギンギツネ	イネ科	3	0.8±0.3	-
シダレモミジ	カエデ科	2	2.0±0.1	3.7±0.0	ユリオプスデージー	キク科	2	1.1±0.2	-
トキワマンサク	マンサク科	2	2.9±0.7	3.3±1.1	パニカムプレーリースカイ	イネ科	1	0.7	-
ニワトコ	レンブクソウ科	2	2.2±0.1	2.4±0.2	フェスツカグラウカ	イネ科	1	0.4	-
ビワ	バラ科	2	2.6±0.7	5.7±0.0	セネシオ属の一種	キク科	2	1.0±0.1	-
フィリアキニレ	ニレ科	2	5.6±0.4	10.0±1.3	不明種 A	-	2	1.1±0.3	-
フィリヤマボウシ	ミズキ科	2	3.5±0.3	3.7±0.2	不明種 B	-	1	0.7	-

[†] 樹高2m以上の木本のみ対象

表-3 侵入・定着が確認できた植物一覧

種名	学名	科 [†]	在来種	草本類		木本類	個体数	平均草丈(cm)
				短命生 [†]	多年生			
オッタチカタバミ	<i>Oxalis dillenii</i> Jacq.	カタバミ科			●		35	14.5±7.8
ヒメジオン [*]	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	キク科		●			24	13.3±4.9
サンゴモミジ	<i>Acer palmatum</i>	カエデ科				●	20	33.5±13.2
アリアケスミレ	<i>Viola betonicifolia</i> Sm.	スミレ科	●		●		14	10.1±0.3
タネツク(ナ	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	アブラナ科	●	●			14	10.5±1.4
メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	イネ科	●	●			13	18.6±6.3
アオスゲ	<i>Carex leucochlora</i> Bunge	カヤツリグサ科	●		●		12	20.0±6.5
ネザサ	<i>Pleioblastus argenteostriatus</i> (Regel) Nakai f.	イネ科	●			●	9	28.3±5.8
カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	カヤツリグサ科	●	●			8	13.6±3.5
ニラ	<i>Allium tuberosum</i> Rottler	ユリ科	●		●		8	17.6±4.4
イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i> L.	ナス科	●	●			7	20.0±10.1
カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.	カタバミ科	●		●		7	15.3±10.2
セイタカアワダチソウ ⁺	<i>Solidago altissima</i> L.	キク科			●		7	51.7±73.8
ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i> Houtt.	タデ科	●		●		6	15.7±4.5
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr.	アカネ科	●		●		6	21.7±13.1
ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep.	ブドウ科	●		●		6	27.2±15.4

表-3 続き

種名	学名	科 [†]	在来種	草本類		木本類	個体数	平均草丈(cm)
				短命生 [‡]	多年生			
スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	マメ科	●	●			5	12.0±4.0
エノキグサ	<i>Acalypha australis</i> L.	トウダイグサ科	●	●			4	17.3±7.4
サルズベリ	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	ミソハギ科				●	4	22.5±16.2
セイヨウタンポポ ⁺	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	キク科			●		4	10.0±0.0
ナガバギシギシ ⁺	<i>Rumex crispus</i> L.	タデ科			●		4	16.3±8.0
ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	キク科	●	●			4	25.8±22.7
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i> Siebold	マツ科	●			●	3	12.7±2.5
アメリカイヌホオズキ	<i>Solanum ptychanthum</i> Dunal	ナス科		●			3	71.7±43.3
イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	イネ科	●	●			3	26.7±8.5
カモジグサ	<i>Elymus tsukushiensis</i> Honda	イネ科	●		●		3	23.3±4.7
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	トクサ科	●		●		3	15.0±4.1
ヒメクグ	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	カヤツリグサ科	●		●		3	10.0±0.0
メリケンカルカヤ ⁺	<i>Andropogon virginicus</i> L.	イネ科			●		3	48.0±19.4
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	イネ科	●	●			2	10.0±0.0
オオジシバリ	<i>Ixeris japonica</i> (Burm.f.) Nakai	キク科	●		●		2	20.0±0.0
オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	キク科	●	●			2	11.0±1.0
コメヒシバ	<i>Digitaria radicata</i> (J.Presl) Miq.	イネ科	●	●			2	12.5±2.5
ヒメムカシヨモギ	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	キク科	●	●			2	52.5±27.5
ホトケノザ	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	シソ科	●	●			2	10.0±0.0
ユキヤナギ	<i>Spiraea thunbergii</i> Siebold	バラ科	●			●	2	13.0±3.0
ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> Willd.	キク科			●		2	42.5±27.5
アカソ	<i>Boehmeria silvestrii</i> (Pamp.) W.T.Wang	イラクサ科	●		●		1	25.0
アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i> L.	キク科	●	●			1	10.0
イワニガナ	<i>Ixeris stolonifera</i> A.Gray	キク科	●		●		1	10.0
オオチドメ	<i>Hydrocotyle ramiflora</i> Maxim.	セリ科	●		●		1	10.0
オニノゲシ	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	キク科		●			1	20.0
カラスウリ	<i>Trichosanthes cucumeroides</i> (Ser.) Maxim.	ウリ科	●		●		1	30.0
キツネノボタン	<i>Ranunculus silerifolius</i> H.Lév.	キンポウゲ科	●		●		1	10.0
クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i> Thunb.	バラ科	●			●	1	13.0
ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ドクダミ科	●		●		1	13.0
ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	バラ科	●			●	1	53.0
ノチドメ	<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda	セリ科	●		●		1	12.0
ノボロギク	<i>Senecio vulgaris</i> L.	キク科		●			1	20.0
マルバツユクサ	<i>Commelina benghalensis</i> L.	ツユクサ科	●	●			1	14.0

† エングラーの分類体系 ‡ 1・2年草 + 重点対策外来種 * その他総合対策外来種

施設関係の皆様、ならびに熊本桜町ビル管理組合事務所の関係者の皆様には多くのご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) アクロス福岡. “施設ガイド” アクロス福岡ホームページ. https://www.acros.or.jp/r_facilities/stepgarden.html (参照: 2021年5月8日).
- 2) Furuno, M., Uchida, T., Xue J.-H., Hayasaka, D., Arase, T. (2014) Multifunctional roles of street trees: plant biodiversity in urban areas, URBIO 2014, pp. 344.
- 3) 古野正章・内田泰三・薛 竣桓 (2014) 都市の生物多様性保全における街路樹空間の役割. 日本緑化工学会誌, 40(1): 247-250.
- 4) Furuno, M., Uchida, T., Hayasaka, D., Huan, X.J., Arase, T. (2021) The introduction and maintenance trends of street trees in japan, Int. J. GEOMATE, 20(81): 153-161
- 5) Hayasaka, D., Akasaka, M., Miyauchi, D., Box, E.O., Uchida, T. (2012) Qualitative variation in roadside weed vegetation along an urban-rural road gradient, Flora, 207(2): 126-132.
- 6) Hayasaka, D., Akasaka, M., Miyauchi, D., Uchida, T. (2011) Classification of roadside weeds along two highways in different climatic zones according to ecomorphological traits, Weed Tech., 25(3): 411-421.
- 7) 加藤真司・石井儀光・有川 智・金 甫炫・鈴木弘孝 (2011) 階層分析法を用いた建物緑化の宣伝効果研究. 日本緑化工学会誌, 37(1): 183-186.
- 8) 木野村泰子・下村 孝 (2008) オフィスワーカーが休憩のために訪れる屋上の現状と屋上緑化の今後のあり方. 平成 20 年度日本造園学会全国大会, セッション ID: 85
- 9) 国立研究開発法人国立環境研究所. “環境技術解説” 国立環境研究所ホームページ. <https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=43> (参照: 2021年5月8日).
- 10) 公益財団法人都市緑化機構. “屋上・壁面緑化技術コンクール” 都市緑化機構ホームページ. <https://urbangreen.or.jp/grant/3hyosho/green-afforestation> (参照: 2021年5月8日).
- 11) 松本綾乃・福井 亘・高林 裕 (2019) 都市建築に付随する緑化空間の内部環境および階層構造と鳥類出現の関係. ランドスケープ研究, 82(5): 713-718.
- 12) 目黒区. “目黒天空庭園・オーパス夢ひろば” 目黒区ホームページ. <https://www.city.meguro.tokyo.jp/shisetsu/shisetsu/koen/tenku.html> (参照: 2021年5月8日).
- 13) 森ビル. “参考資料” 森ビルホームページ. <https://www.mori.co.jp/pdf/2008022210593218805.pdf> (参照: 2021年5月8日).
- 14) 森 飛翔・吉崎真司 (2009) 都市内の屋上緑化地周辺に生息する昆虫とその誘致の可能性について. 日本造園学会造園技術報告集, 5: 36-39
- 15) Uchida, T., Huan, X.J., Hayasaka, D., Arase, T., Haller, W.T., Gettys, L.A. (2014) The relation between road crack vegetation and plant biodiversity in urban landscape, Int. J. GEOMATE, 6: 885-891.

(2021年7月22日受理)